

Una propuesta para la Enseñanza de Computación en Carreras de Ingeniería desde la perspectiva de las Competencias

Jiménez Rey, E.¹; López, G.²; Echeverría, A.²; Servetto, A.¹; Jeder, I.²; Grossi, M.D.¹

(1)Laboratorio de Sistemas Operativos y Bases de Datos, (2)Laboratorio de Informática de Gestión

ejimenezrey@yahoo.com.ar, glopez@fi.uba.ar, aechevi@fi.uba.ar

aserve@gmail, jeder@fi.uba.ar, mdg7501@fi.uba.ar

Departamento de Computación, Facultad de Ingeniería (Sede Paseo Colón), UBA.

Resumen

En este trabajo se presenta una propuesta pedagógica para el dictado de la asignatura Computación en carreras de ingenierías no informáticas de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires (FIUBA). Se analizan las oportunidades que presenta la enseñanza de la resolución de problemas con la computadora en la formación educativa de los futuros ingenieros. Se focaliza la mirada en las competencias transversales que deben adquirir los alumnos como estudiantes de carreras de ingeniería. Y en las estrategias que deben desplegar los docentes en el desarrollo de los contenidos para posibilitar su apropiación teniendo en consideración los objetivos del curso. Se propone innovar en la didáctica con base en la implicación de competencias de los docentes y no solamente de los estudiantes.

Palabras claves: Enseñanza de Computación en Carreras de Ingeniería, Competencias Transversales, Competencias Docentes, Innovación Didáctica.

1 Introducción

En la FIUBA la asignatura Computación es básica y obligatoria para los estudiantes de carreras de ingeniería, excepto para quienes cursan Ingeniería en Informática, Ingeniería Electrónica e Ingeniería Civil. Para poder inscribirse en uno de los doce cursos

asignados a Computación, los alumnos deben tener aprobadas todas las asignaturas del Ciclo Básico Común (CBC). Tiene una única asignatura correlativa posterior, Análisis Numérico, en la cual los alumnos deben resolver problemas numéricos complejos mediante el estudio de métodos numéricos simplificadores de los procedimientos matemáticos correspondientes para que puedan ser procesados por la computadora. Los alumnos deben programar dichos métodos numéricos en un lenguaje de programación de alto nivel. Son sus contenidos mínimos institucionales: Alcance de las Ciencias de la Computación. Técnicas para representar y almacenar información y forma en que las máquinas digitales manipulan los datos. Arquitectura de Computadoras. Software de Sistema, de Aplicación y de Traducción. Lenguajes de Programación. Algoritmia y Programación básicas. Los contenidos deben desarrollarse en cada cuatrimestre del año lectivo en dieciséis clases de cuatro horas de duración.

En la práctica docente de esta asignatura, cada profesor responsable de un curso, realiza la transposición didáctica de los contenidos mínimos institucionales a los contenidos analíticos didácticos en base a sus concepciones pedagógicas. Y define sus propios objetivos de enseñanza y de aprendizaje.

2 Contexto

La concepción de la ingeniería como diseño necesita que los ingenieros en su acción tomen decisiones aplicando su razonamiento profesional y experiencial. Los destinatarios de la enseñanza de Computación son futuros ingenieros que deberán ingeniar soluciones a problemas ingenieriles reales mediante un proceso de diseño que requiere esencialmente de un pensamiento sintético, analógico, contextual, no lineal y creativo. En la situación de diseño intervienen procesos cognitivos centrados en el análisis, la deliberación grupal y la toma de decisiones, se prueban varias soluciones a los problemas y se valoran diferentes resultados [1]. Ser un buen ingeniero no es sólo cuestión de conocimiento sino también de "saber hacer". La eficacia define la "virtud ingenieril" y se refleja en el resultado de la actividad [2].

Los alumnos que cursan la asignatura Computación tendrán que saber encontrar buenas soluciones para resolver problemas con la computadora, es decir, tendrán que saber enfrentarse a una situación problemática nueva, real y concreta. Y resolverla, eligiendo entre las alternativas posibles y considerando criterios de decisión, una solución correcta, óptima y de calidad. Por lo tanto, se debe enfocar el esfuerzo docente en el sentido de una búsqueda de saberes transversales considerados fundamentales en la formación de un futuro ingeniero. [3]

En la vida académica del estudiante de ingeniería, el aprendizaje basado en la solución de problemas, puede contribuir para:

1. Facilitar la apropiación pertinente de los contenidos de otras asignaturas de la carrera que requieran de un pensamiento crítico, reflexivo y creativo.
2. Constituir un ensayo anticipador del pensamiento no lineal a desplegar en la vida profesional en el diseño de soluciones a problemas ingenieriles complejos.
3. Proporcionar oportunidades para pensar y examinar el propio pensamiento en relación a la vida cotidiana como ciudadano del mundo, formando hábitos de indagación reflexiva y enriqueciendo la experiencia de pensamiento con el desarrollo de procesos intelectuales [4].

3 Objetivos

Son los objetivos propuestos de la asignatura:

3.1 Generales

3.1.1 *De enseñanza* [3]

- 1 Promover el despliegue de principios organizadores que permitan al alumno vincular los saberes y darles sentido.
- 2 Favorecer en el estudiante el "modo de pensar" en ingeniería.
- 3 Fomentar la formación tecnológica del alumno para innovar y participar en la sociedad del conocimiento.
- 4 Desarrollar en el estudiante una aptitud general para plantear, analizar y solucionar problemas de manera eficaz.

3.1.2 *De aprendizaje* [5]

- 1 Comprender el aspecto científico de la actual sociedad informatizada y entender sobre herramientas y vocabulario de profesionales de informática para la interacción interdisciplinaria, proporcionando una visión global de la Computación.
- 2 Conocer las tecnologías y herramientas fundamentales de la Computación para aprender a usar la computadora como herramienta de trabajo, explorando su precisión, capacidad y limitaciones.

3.2 Específicos

3.2.1 *De enseñanza* [5]

- 1 Concientizar al alumno de la importancia de la Algoritmia como paradigma de resolución de problemas y de la Programación como práctica y ejercitación en la resolución de problemas.
- 2 Promover en el alumno el desarrollo de la capacidad de abstracción, de relacionar esquemas de solución con la resolución de problemas algorítmicos, con hincapié en el método científico.
- 3 Enseñar al alumno de Carreras de Ingeniería el Análisis, la Sistematización, Programación y Procesamiento de distintos problemas de tipo técnico-

científicos, a fin de que dichos conocimientos le resulten de utilidad ya sea en el desarrollo de la carrera como así también en su actividad profesional.

4 Sustentar la estrategia de enseñanza y de aprendizaje de los conceptos y procedimientos en los recursos tecnológicos, como mediadores de los procesos y las habilidades cognitivas a inducir en el alumno.

3.2.2 De aprendizaje [6]

1 Conocimiento Declarativo. El alumno debe adquirir la capacidad de SABER en QUÉ consiste una computadora (Hardware/Software) como entidad ejecutora de algoritmos.

2 Conocimiento Procedimental. El alumno debe desarrollar la habilidad de SABER CÓMO construir un programa solución a partir de un enunciado problema.

3 Conocimiento Actitudinal. Se debe propiciar situaciones educativas en las que el alumno pueda aprender a SABER SER. Es decir, pueda poner en práctica actitudes de compromiso, responsabilidad, solidaridad y respeto en el proceso de construcción de su conocimiento para su formación en valores humanos, profesionales y ciudadanos.

4 Contenidos Propuestos

Se proponen los núcleos temáticos:

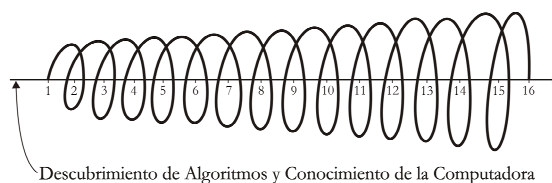
- Ciencias de la Computación.
- Algoritmo, Programa y Computadora.
- Arquitectura de la Computadora.
- Entradas y Salidas Estándar. Archivos de Texto.
- Representación y Manipulación de la Información.
- Lenguajes de Programación.
- Estructura de un Programa Pascal.
- Tipos de Datos Simples y Compuestos.
- Estructuras Básicas de Control.

- Modularización.
- Algoritmos de búsqueda y ordenamiento.
- Taxonomía del Software y del Hardware.

5 Metodología de Enseñanza y de Aprendizaje

5.1 Organización General

La práctica docente para la enseñanza de Computación se focaliza en el abordaje de dos temas centrales como núcleos didácticos: Algoritmos y Computadora. Los objetivos de aprendizaje se centran en la adquisición por parte de los alumnos de la aptitud de descubrir algoritmos y representarlos en forma de programas para que la computadora pueda ejecutarlos. El eje organizativo de la asignatura se establece en torno al Descubrimiento de Algoritmos y al Conocimiento de la Computadora, vinculándolos. Los contenidos prácticos y teóricos, procedimentales y conceptuales, se integran y desarrollan en forma interrelacionada, iterativa e incremental, en las dieciséis clases [3].

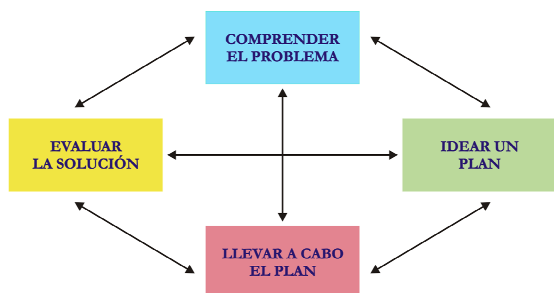


Se intenta enseñar no sólo a “saber hacer” sino también a “saber por qué” se hace.

5.2 Estructura General

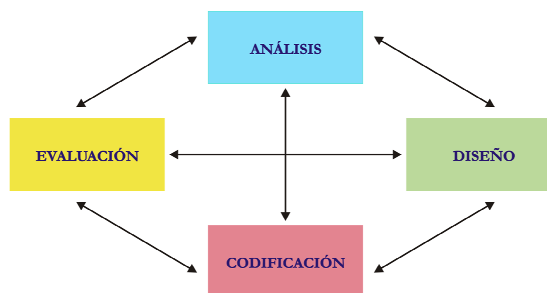
La construcción de programas (saber hacer) constituye el núcleo estructural de enseñanza de la asignatura desde el cual se explican, relacionan e integran los diferentes conceptos computacionales (saber conocer) asociados al desarrollo del curso. El Modelo prescriptivo de Solución de Problemas de Polya [7] distingue

cuatro fases: 1. **Comprender el problema.** 2. **Idear el plan.** Formular una estrategia general (proceso inductivo). 3. **Llevar a cabo el plan.** Probar la estrategia general (razonamiento deductivo). 4. **Evaluar la solución.** Verificar los resultados.



En el marco del Modelo de Polya para la Resolución de Problemas se inscribe el proceso evolutivo para la construcción de programas que abarca cuatro fases: 1. **Análisis:** El estudiante debe comprender en qué consiste el problema a resolver con la construcción del programa. Debe ser capaz de interpretar el enunciado del problema a resolver con la computadora, es decir, identificar y definir el objetivo del programa. 2. **Diseño:** El estudiante debe idear un plan para construir el programa. Debe ser capaz de entender cuál es la naturaleza del problema a resolver, es decir, identificar los recursos necesarios a utilizar y concebir un procedimiento de transformación de esos recursos que conduzca al alcance del objetivo del programa. 3. **Codificación:** El estudiante debe implementar el plan para construir el programa, es decir, representar los recursos y el procedimiento necesarios en un lenguaje de programación para que la computadora pueda resolver el problema. Debe ser capaz de comprender la semántica del lenguaje Pascal y expresar el algoritmo en la sintaxis correspondiente, es decir, expresar la solución del problema como programa concreto verificable. 4. **Evaluación:** El estudiante debe comprobar que el programa diseñado para resolver el problema especificado en el enunciado es una solución ejecutable y correcta. Debe ser capaz de diseñar los juegos de datos de prueba representativos del

problema para que la ejecución del programa conduzca al resultado deseado en todas las situaciones posibles del problema, independientemente de los datos particulares de una ejecución (eliminar y depurar errores).



Los saberes se construyen en el proceso de solución de problemas. Los conocimientos tanto teóricos como prácticos aplicados en la interpretación y transformación del entorno configuran los saberes científicos y tecnológicos, y proporcionan, desde sus respectivas intencionalidades, modelos de solución de problemas. [8]

5.3 Competencias Docentes

Se propone implementar no solamente estrategias para una formación del alumno orientada al conocimiento disciplinar sino también estrategias para provocar procesos formativos en los estudiantes que mejoren su preparación para el ejercicio profesional y para la vida ciudadana. La actuación del docente como mediador en estos procesos puede contribuir con la mejora de la calidad educativa.

Se plantea la necesidad de poseer un conjunto de competencias pedagógicas que acrediten a los docentes como formadores bien formados, es decir, *cómo* ser docentes competentes y *qué* hacer para formar en los estudiantes competencias profesionales y humanas valiosas. Saber *operacionalizar* para generar cambios en las competencias del estudiante. Intentar que el alumno adquiriera las destrezas disciplinares precisas para responder a las demandas del mundo productivo. Situar las competencias en el ámbito de la renovación de

los enfoques formativos. El Espacio Europeo para la Educación Superior (EEES) ha abierto nuevos cauces para definir la orientación de los estudios de forma que se adecuen a las condiciones y demandas que plantea la sociedad del conocimiento y su consecuencia inmediata de formación a lo largo de toda la vida.

La vocación y el compromiso personal forman parte del ser docente y formador pero no es suficiente desear y querer ser. La tarea de enseñar es compleja y requiere conocimiento y recursos para ejercerla en forma adecuada. En esa exigencia residen las competencias.

Algunas universidades inglesas valoran competencias en un nivel básico de dominio del profesor universitario: organización, presentación, relaciones, tutoría-apoyo a los estudiantes, evaluación. Y en un nivel superior de dominio para la excelencia docente: reflexión, innovación, capacidad de desarrollo curricular, organización de cursos, investigación pedagógica, liderazgo de grupo [9].

Se plantea la enseñanza universitaria como formación de los estudiantes que significa no solamente dominar los contenidos científicos de las disciplinas sino abarcar un conjunto de capacidades y disposiciones (competencias) más amplio. Es decir, intentar lograr una buena formación del estudiante como reto docente. Y el compromiso social de la universidad para una formación de calidad del estudiante.

5.4 Dispositivos Didácticos

Cada estudiante necesita construir el significado de su aprendizaje en forma activa. Se aprende cuando se articula el conocimiento previo con el conocimiento nuevo, cobrando sentido y construyéndose el nuevo significado. El conocimiento significativo se asimila y se integra a la estructura cognitiva del alumno, a su red de conceptos y de relaciones entre conceptos. Se reacomoda la estructura cognitiva previa y se produce un aprendizaje significativo. [10]

El docente es mediador en la construcción del conocimiento por el alumno. Guía, apoya y orienta el proceso para que el estudiante aprenda por sí mismo y aprenda a aprender.

En la primera clase se explicita a los alumnos acerca del desarrollo modular del curso y sus contenidos, se presentan los objetivos generales y específicos de la asignatura, se comentan las estrategias (QUÉ y CÓMO enseñar) a desplegar por los docentes para el logro de una enseñanza que responda a los objetivos propuestos y se recomiendan las estrategias (QUÉ y CÓMO aprender) que los alumnos necesitan desplegar para la aprehensión de conocimientos. La información se captura en documentos a disposición de los alumnos en el sitio del curso en el campus de la FIUBA. En cada clase presencial se destaca la interrelación del nuevo contenido a desarrollar con los objetivos del curso y se indica cómo proceder para aprender el nuevo contenido.

Los docentes, con base a los objetivos a lograr, diseñan las actividades y situaciones de aprendizaje mediadas por los dispositivos didácticos para favorecer la apropiación activa y la transferencia de conocimientos (ver Anexo) [11]:

1 Explicación de Contenidos en el aula mediante Presentación Multimedia que incluye organizadores previos y mapas conceptuales *orientada a la comprensión disciplinar*.

2 Elaboración de Materiales de Estudio Básicos (Guías de Estudio de Contenidos Teóricos y Prácticos) e indicación de Materiales de Estudio Complementarios (Capítulos de Libros y Links a sitios de interés en la Web) *orientados a la reflexión individual para propiciar la apropiación de conocimientos fuera del aula*.

3 Resolución de Problemas Tipo en el aula y Desarrollo de Programas en laboratorio de computadoras, en forma individual o grupal, con apoyo y control docente, *orientados a la conceptualización*.

4 Desarrollo Grupal de Programas de dificultad progresiva en computadora

(Actividades Prácticas Modulares) *orientado al trabajo cooperativo para estimular el pensamiento creativo (procesos de automatización)* fuera del aula.

5 Desarrollo Grupal de Programas de dificultad importante en computadora (Trabajos Prácticos Integradores) *orientado al trabajo cooperativo para estimular el pensamiento creativo (procesos de insight)* fuera del aula.

6 Talleres de Programación y Consultas Generales optativos, en aula o laboratorio, antes de las Clases Presenciales *orientados a la vigilancia epistemológica de la aprehensión de los conceptos disciplinares.*

7 Tutorías Presenciales Individuales *orientadas a apoyar la construcción de conocimientos de los alumnos con dificultades de aprendizaje.*

8 Foros de Discusión Presencial en el aula con Exposición Oral a cargo de los alumnos y Debate General (con participación de docentes y alumnos) para evaluar la calidad de las distintas soluciones planteadas por los alumnos para la resolución de un mismo problema (Actividades Prácticas Modulares) *orientados a promover el pensamiento crítico y reflexivo.*

9 Foros de Aprendizaje Virtual en el sitio del curso del campus FIUBA como trabajo colaborativo entre los alumnos (con intervención restringida del docente para la vigilancia epistemológica) *orientados a favorecer los procesos creativos (de automatización e insight)* en el desarrollo de programas (Actividades Prácticas Modulares y Trabajos Prácticos Integradores).

10 Resolución de Problemas mediante Desarrollo Individual de Programas Integradores y Cuestionarios Reflexivos en Evaluaciones Parciales *orientados al trabajo individual para evaluar la inteligencia creativa y la capacidad reflexiva en la apropiación de los contenidos modulares.*

6 Evaluación

Se propone una evaluación continua durante el desarrollo del curso para el control de los conocimientos y la experiencia que están adquiriendo los alumnos. La extensión del aprendizaje fuera del aula mediante el desarrollo de Actividades Grupales Modulares y Trabajos Prácticos Grupales Integradores así como una permanente comunicación a través de los Foros Virtuales de Aprendizaje y los Foros Presenciales de Discusión posibilitan este seguimiento. La evaluación integradora en los Parciales Individuales Modulares permiten evaluar la aprehensión de los saberes disciplinares.

7 Consideraciones Finales

Una educación para toda la vida con sus ventajas de flexibilidad, diversidad y accesibilidad en el espacio y en el tiempo, que vaya más allá de la distinción entre educación básica y educación permanente y proporcione a los individuos competencias de orden genérico adaptables a los cambios en los entornos tanto productivos como cotidianos, es una de las llaves del siglo XXI [12].

En su informe a la UNESCO, la Comisión Internacional sobre la Educación para el siglo XXI sostiene que el aprendizaje a lo largo de toda la vida, así como la participación en la sociedad del conocimiento, son factores clave para hacer frente a los desafíos planteados por un mundo en rápida evolución. Se hace hincapié en los cuatro pilares del aprendizaje: aprender a vivir juntos, aprender a conocer, aprender a hacer y aprender a ser.

8 Referencias Bibliográficas

[1] Denazis, J., Alonso, A. 2008. *Formación y reflexión docente de profesionales ingenieros en la FIUBA: Hacia una construcción curricular sobre la base de la reflexión, la acción y la investigación didáctica sobre las buenas prácticas.* Encuentro La

Universidad de Buenos Aires: producción y trayectoria pedagógica. ISBN 978-950-29-1231-8.

[2] **López Cerezo, J., Valenti, P.** 1999. *Educación tecnológica en el siglo XXI*. Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura.

<http://www.oei.es/salactsi/edutec.htm>

[3] **Jiménez Rey, E.** 2010. *Enseñanza y Aprendizaje de Computación en Carreras de Ingeniería: una visión sistémica de los procesos esenciales y sus vinculaciones con las NTICs*. Primer Congreso Argentino de Tecnología de Información y Comunicaciones. Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires.

[4] **Raths, L. E. y otros.** 1997. *Cómo Enseñar a Pensar. Teoría y Aplicación*. Paidós Editorial. ISBN 950-12-6656-7.

[5] **Grossi, M. D., Jiménez Rey, E., Servetto, A. C., Perichinsky, G.** 2003. *Enseñanza de Computación en Carreras de Ingeniería*. Anales IX Congreso Argentino de Ciencias de la Computación CACIC 2003. Universidad Nacional de La Plata. Pp 1252-1263.

[6] **Jiménez Rey, E., Rodríguez, D., Britos, P., García-Martínez, R.** 2009. *Caracterización de Problemas de Aprendizaje Basada en Explotación de Información*. Proceedings XI Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación WICC 2009. Universidad Nacional de San Juan. ISBN 978-950-863-101-5.

[7] **Nickerson, R., Perkins, D., Smith, E.** 1987. *Enseñar a pensar: Aspectos de la aptitud intelectual*. PAIDOS. ISBN 84-7509-452-X.

[8] **Rodríguez Acevedo, G.** *Ciencia, Tecnología y Sociedad: una mirada desde la Educación en Tecnología*. Revista Iberoamericana de Educación. Número 18. Ciencia, Tecnología y Sociedad ante la Educación. Organización de Estados

Americanos (OEA) para la Educación, la Ciencia y la Cultura.

[9] **Zabalza, M.** 2007. *Competencias docentes del profesorado universitario. Calidad y desarrollo profesional*. Narcea Ediciones. ISBN 978-84-277-1399-4.

[10] **Calero Pérez, M.** 2008. *Constructivismo pedagógico. Teorías y aplicaciones básicas*. Alfaomega. ISBN 978-970-15-1386-6.

[11] **G. López, I. Jeder; A. Echeverría, A. Servetto, M.D. Grossi.** 2010. *Una propuesta para la implementación de un Taller de Desarrollo de Proyectos en una Carrera de Ingeniería en Informática bajo el Modelo por Competencias*. TE&ET Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología. Número 5. Pp 82-85.

[12] **UNESCO.** 1996. *La Educación encierra un tesoro*. Santillana Editores/UNESCO. Madrid.

9 Anexo

